
(19) KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020030077734 A
(43)Date of publication of application: 04.10.2003

(21)Application number: 1020020016564
(22)Date of filing: 26.03.2002

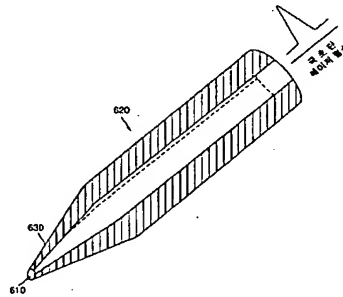
(71)Applicant: KOREA ADVANCED
INSTITUTE OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY
(72)Inventor: LEE, JONG JU
KIM, JEONG HO

(51)Int. Cl G01N 13/14

(54) ELECTRIC NEAR-FIELD PROBE USED IN SCANNING SYSTEM

(57) Abstract:

PURPOSE: An electric near-field probe used in a scanning system is provided to directly measure an electric field component of an object using a photo-conductive sampling technique. CONSTITUTION: An electric near-field probe includes a photo-conductive switch assembly(610) and an optical waveguide(620) coupled to one side of the photo-conductive switch assembly(610). A tapered bevel edge section(630) is formed at one side of the optical waveguide(620). An inclined plane is formed at the front end of the tapered bevel edge section (630). An inclined angle of the front end of the tapered bevel edge section(630) is about 45 degrees so as to measure three dimensional perpendicular electric field component. Thus, the inclined plane of the optical waveguide(620) is oval shape when a circular optical fiber is used as the optical waveguide(620).



copyright KIPO 2004

Legal Status

Date of request for an examination (20020326)
Notification date of refusal decision (00000000)
Final disposal of an application (registration)
Date of final disposal of an application (20040224)
Patent registration number (1004344470000)
Date of registration (20040524)
Number of opposition against the grant of a patent ()
Date of opposition against the grant of a patent (00000000)
Number of trial against decision to refuse ()
Date of requesting trial against decision to refuse ()

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

Ref. 4

(51) . Int. Cl.⁷
G01N 13/14

(11) 공개번호 특2003-0077734
(43) 공개일자 2003년10월04일

(21) 출원번호 10-2002-0016564
(22) 출원일자 2002년03월26일

(71) 출원인 한국과학기술원
대전 유성구 구성동 373-1

(72) 발명자 이종주
경기도수원시팔달구영통동주공8단지836동1002호
김정호
대전광역시유성구도룡동과기원교수아파트3동101호

(74) 대리인 이철희

심사청구 : 있음

(54) 주사 시스템에 사용되는 근접 전장 탐사기

요약

본 발명은 광도전성 표본 (Photoconductive Sampling) 측정 원리를 적용한 근접전장 탐사기(Electric Near-Field Probe)에 관한 것이다. 본 발명의 근접전장 탐사기는 반도체 박막의 광도전체 및 상기 반도체 박막의 광도전체 상에 형성된 광도전성 스위치를 구비하는 광도전성 스위치 조립체와, 상기 광도전성 스위치 조립체가 광학용 접촉체에 의해 그의 일측에 결합되는 광도파로를 포함한다. 상기 광도파로는 그의 외주 표면에 두개의 평행한 스트라이프 전극을 형성하는 전도성 물질이 코팅되어 있다. 상기 광도파로의 일측은 원형 또는 구형의 단면 또는 기설정 각도로 깎여진 경사 단면을 갖는다.

본 발명의 근접 전장 탐사기는 측정 대상체의 2차원 및 3차원의 전장(Electric-Field) 성분의 측정이 가능하며, 주사(Scanning)시스템과 결합하여 2차원 및 3차원 전장분포의 지도제작(Mapping)이 가능하다.

대표도

도 6

색인어

3차원 주사 시스템, 광 검출기, 근접전장 탐사기, 테라헬즈 시스템, 테라헬즈 이미징

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 광도전성 표본 (Photoconductive Sampling) 측정법을 이용한 전기신호 측정시스템의 개략적인 구성도,
도 2는 테라헬즈 시스템의 개략적인 구성도,

도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 근접 전장 탐사기의 구성도,

도 4는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 배열 탐사기의 구성도,

도 5는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 범용 근접 전장 탐사기의 구성도,

도 6은 본 발명의 제 4 실시예에 따른 초소형 근접 전장 탐사기의 구성도,

도 7a 내지 도 7k는 본 발명에 따른 근접 전장 탐사기의 제조 과정의 일례를 설명하는 도면,

도 8a 및 도 8b는 각기 본 발명의 근접 전장 탐사기를 이용하여 측정 대상체의 횡전장 성분과 법선전장 성분을 측정하는 방법을 도시하는 도면이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

310, 410, 510, 610, 730 : 광도전성 스위치 조립체

312 : 광도전체 314, 316, 514, 516 : 스위치 전극

319 : 광도전성 스위치 320, 420, 520, 620 : 광도파로

322, 344 : 스트라이프 전극 630 : 베벨 에지

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 주사 시스템(Scanning System)에 관한 것으로, 보다 상세하게는 극초단 펄스와 초고속 광도전성 스위치를 이용하여 전장(Electric Field) 성분을 벡터적으로 측정할 수 있는 근접전장 탐사기(Electric Near-Field Probe)에 관한 것이다.

최근의 전자 공학의 빠른 발전과 더불어 수백 GHz급 초고속 소자들이 개발되고 있으며, 이들 초고속 소자들의 회로 집적도는 날이 갈수록 증가하고 있는 실정이다. 이러한 초고속 고집적 소자/회로는 회로 내부에서 예상치 못한 많은 초고속 전자파관련 현상들 및 문제들을 발생시키고 있으며, 이러한 문제의 해결을 위한 보다 직접적인 진단 시스템의 요구가 증가하고 있다. 또한 소자나 회로의 전기적인 특성 진단뿐만 아니라 물질들의 다양한 전기적 및 광학적 특성을 진단하기 위한 원적외선 영역에 이르는 분광기술에 대한 요구 또한 증가하고 있다.

이러한 진단을 효율적으로 이룰 수 있는 가장 대표적인 방법 중의 하나가 바로 높은 공간 분해능을 가지는 근접전장을 측정하는 것인데, 통상 근접전장 측정에는 탐사기들이 사용되며, 이들 탐사기들은 원하는 측정주파수 성분들을 측정할 수 있도록 높은 측정대역폭 또는 시간분해능을 가져야 할뿐만 아니라 각 측정점에서의 전장을 측정할 수 있도록 충분히 작아야 한다. 뿐만 아니라 원하는 분극(Polarization)을 가지며 정확한 측정이 이루어지도록 충분히 높은 측정 감도(신호 대 잡음비)를 가져야 한다. 또한 측정 대상체의 전장에 대한 탐사기 및 그 주변장치에 의한 왜곡을 최소화할 수 있도록 부하효과>Loading Effect) 또는 침략도>Invasiveness)가 충분히 낮아야만 한다.

1980 년대에 이르러 여러 형태의 주사 탐사기 현미경(Scanning Probe Microscope)들, 예컨대, STM(Scanning Tunneling Microscope), SFM(Scanning Force Microscope), SOM(Scanning Optical Microscope) 등이 개발되었는데, 이들 주사 탐사기 현미경은 원자 레벨의 공간 분해능을 갖고 초고속 고집적 소자나 회로를 직접 측정할 수 있게 하였다. 그러나, 이러한 주사 탐사기 현미경들의 전기신호 측정주파수는 이들 현미경에 사용된 전자 장치들에 의해 제한되었다. 또한, 측정에 사용된 탐사기의 미세한 응답특성, 예를 들면, STM의 경우 탐사기로의 터널링 전류(Tunneling Current), SFM의 경우 사용된 캔틸레버(Cantilever)의 편향정도, 그리고 SOM의 경우 소멸파 커플링(Evanescence-Wave Coupling)에 의한 측정으로 측정감도가 낮은 문제를 안고 있었다.

이러한 주변 장치들에 의한 측정대역폭의 감소 및 측정감도 문제를 극복하기 위한 노력으로 극초단 광 펄스(Short Optical Pulse)를 초고속 광도전성 스위치(Ultrafast Photoconductive Switch)에 입사시켜 피코초 전기신호를 측정하는 광도전성 표본(Photoconductive Sampling) 기술이 개발되었는데, 이는 저주파 장치를 이용하여 높은 측정감도를 갖고 피코초 이하의 신호를 측정할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 광도전성 표본기술은 일종의 금속-반도체-금속 광검출기(Metal-Semiconductor-Metal: MSM Photodetector)인 광도전성 스위치를 포함한다. 짧은 펄스 폭을 가지는 레이저 빔(예컨대, 모드-록된 티타늄/사파이어(Mode-Locked Ti:Sapphire) 레이저의 경우 약 100 fs 이하의 펄스 폭을 갖는 레이저빔을 생성할 수 있다)을 광도전성 스위치에 입사하면, 광도전성 스위치의 광도전체 영역에서 반송자(Carrier)들이 생성되고, 이렇게 생성된 반송자들의 측정하고자 하는 전기적 신호에 의한 움직임으로 측정신호에 비례하는 신호를 검출하게 된다. 이 때, 반송자의 수명이 매우 짧으면, 아주 짧은 폭을 갖는 전기 펄스가 생성된다. 여기서, 수명이 매우 짧은 반송자를 갖는 광도전체를 초고속 광도전체(Ultrafast Photoconductor)이라 지칭하며, 서브-피코초(Sub-Picosecond)의 아주 짧은 반송자 수명을 갖는 광도전체로는 LT-GaAs(Low-temperature-grown GaAs), SOS(Silicon On Sapphire) 등을 들 수 있다. 광도전성 표본원리로 피코초 이하의 시간 분해능을 갖는 전기 신호를 측정하는 방법으로는 펌프-프로브 측정법(Pump-Probe Measurement)과 시간등가 표본법(Time-Equivalent Sampling)의 두 가지 방법이 있다.

펌프-프로브 측정법은 레이저로부터 발생된 극초단 펄스의 레이저빔을 펌프 레이저 펄스 빔(Pump Laser Pulse Beam)과 프로브 레이저 펄스 빔(Probe Laser Pulse Beam)의 두개로 분리하고, 분리된 펌프 레이저 펄스 빔은 직류전압이 인가된 제 1 초고속 광도전성 스위치(또는 광 검출기)에 입사시켜 전기펄스 신호를 생성하는 한편, 분리된 다른 하나의 프로브 레이저 펄스 빔은 미세한 천이단(Translation Stage) 또는 광 지연 라인(Optical Delay Line)을 경유하여 제 2 초고속 광도전성 스위치에 입사시켜 제 1 초고속 광도전성 스위치에서 생성된 전기펄스 신호를 검출하도록 한다. 이 때, 제 1 초고속 광도전성 스위치와 제 2 초고속 광도전성 스위치의 사이에 전기적인 측정 대상체(예컨대, 전자소자나 전자회로)가 있는 경우, 제 2 초고속 광도전성 스위치가 제 1 초고속 광도전성 스위치에 의해 생성된 전기 펄스 신호에 의한 측정 대상체의 임펄스 응답을 측정된 신호로서 보여주게 된다. 측정된 신호에는 펌프 레이저 펄스 빔과 프로브 레이저 펄스 빔 사이의 시간지연에 대하여 측정하려는 신호와 제 2 광도전성 스위치에 의한 표본용 전기 펄스 사이의 상호 상관함수(Cross-Correlation)화된 신호가 기록되어 있다. 즉, 제 2 초고속 광도전성 스위치는 제 1 초고속 광도전성 스위치와의 각각의 시간 지연에서 측정하려는 신호에 비례하는 전기펄스를 표본(Sampling) 함으로써 측정 대상체의 전기적인 특성을 측정하게 된다.

전술한 펌프-프로브 측정법은 기본적으로 펄스응답을 측정하는 것인데 반하여, 시간등가 표본법은 단일 주파수에서 정상상태(Steady-State)에서 동작하는 초고주파 신호를 측정하는 방법이다. 시간등가 표본법은 레이저 펄스 빔의 반복 주기(f_{laser})와 측정 대상체의 동작주파수(f_m)와의 동기(Synchronization)를 필요로 한다. 즉, 레이저 펄스를 제 1 초고속 광도전성 스위치(또는 광 검출기)에 입사시켜 얻은 전기신호(f_{laser})와 f_m 의 주파수를 갖는 미지의 측정하려는 신호를 혼합하여 얻은 주파수신호($f_{\text{IF}} = |f_m - n \cdot f_{\text{laser}}|$)로 락인(Lock-In) 증폭기(또는 오실로스코프 또는 스펙트럼 분석기)를 트리거하고, 레이저로부터 발생된 다른 하나의 프로브 레이저 펄스로 제 2 초고속 광도전성 스위치를 동작시켜 전기신호를 표본하게 되면, 혼합된 저주파수 신호(f_{IF})에서 측정하려는 신호와 등가인 신호가 측정/기록되게 된다.

광도전성 표본 방식을 이용한 전기신호의 측정은 다. 에이치. 오스톤(D. H. Auston)에 의해 처음 제안되었으며, 이를 통상적으로 온-웨이퍼(On-Wafer) 측정법이라 한다. 도 1은 광도전성 표본을 이용하여 전기선로 상에 전파되고 있는 전기신호를 측정하는 개략적인 구성을 보여준다. 온-웨이퍼 측정법은, 전송선상에 구현된 광도전성 스위치를 도 1에서의 전기펄스신호 발생기(110)와 전기신호 검출기(120)로써 사용한다. 즉, 초고속 광도전체 상에 전송선(Transmission Line)과 그 전송선과 결합된 제 1 광도전성 스위치(110)를 구현하고, 제 1 광도전성 스위치(110)에 직류 전압을 인가한 상태에서 극초단 펄스 레이저(140)로부터 발생된 펌프 레이저 펄스를 인가함으로써 전송선에 도파되는 전기 펄스신호를 생성하고, 광 지연라인(150)을 경유한 프로브 레이저 펄스를 각각 제 2 광도전성 스위치(120)와 제 3 광도전성 스위치(도시 안됨, 전기신호발생기(110)와 같은 측에 위치함)로 인가하여 측정 대상체(전자소자 또는 회로 또는 전송선 자체)(130)로부터 투과된 전기신호 및 반사된 전기신호를 각각 검출/측정한다. 즉, 온-웨이퍼 측정법은 광도전성 스위치들 사이에 배치된 측정 대상체인 초고속 소자/회로들의 전기적 특성을 측정하는데 이용되었다. 그 후 전술한 바와 같이 온-웨이퍼 측정법에서 초고속 광도전체 상에서 광도전성 스위치를 측정 대상체와 결합해서 구현하여야 하는 단점을 극복하기 위하여, 광도전성 스위치를 전기적 접촉 탐사기와 결합시킨 구성으로 구현함으로써 임의의 측정 대상체에 대한 전기적 특성을 측정하는데 이용하여 왔다. 그러나 이들의 전기적 측정대상은 결과론적인 스칼라(Scalar) 값인 전압(또는 전류) 성분을 측정하는 것으로 국한되고, 많은 전자파 현상의 원인이 되는 벡터 값인 전장 성분은 측정할 수 없었다.

광도전성 표본원리를 이용한 또 다른 예가 바로 테라헤르츠 시스템(Terahertz System)이다. 직류전압이 인가된 광도전성 스위치에 극초단 레이저 펄스를 입사시키게 되면, 생성된 반송자들에 의해 광도전성 스위치와 전기적으로 연결된 전기배선을 따라 전파하는 상기의 전기펄스신호가 생성될 뿐만 아니라 그 미분형태의 전자파가 방사(Radiation)하게 되는데, 이를 소위 테라헤르츠 방사(Terahertz Radiation)라 한다. 이러한 테라헤르츠 전자파 송신기(Terahertz Transmitter), 즉 직류전압이 인가된 광도전성 스위치와 더불어 프로브 레이저 펄스 빔을 광 지연라인을 경유하여 초고속 광도전체 상에 구현된 또 하나의 광도전성 스위치로 입사시켜 상기의 방사되어 자유공간(Free-Space)으로 전파되고

있는 테라헬즈 신호를 광도전성 표본원리로 측정하여 측정 대상체인 여러 물질들의 특성 규명 및 이미징(테라헬즈 이미징(Terahertz Imaging)이라고 함)에 사용하여 왔는데 이러한 시스템을 소위 테라헬즈 시스템이라 한다.

도 2는 테라헬즈 시스템의 개략적인 구성을 도시한다. 도 2에 도시된 바와 같이, 극초단 펄스 레이저(240)로부터 발생된 펄프 레이저 펄스 빔을 직류전압이 인가된 제 1 광도전성 스위치로 구성된 송신기(210)로 인가하여 테라헬즈 전자파를 방사시키고, 프로브 레이저 펄스 빔은 광 지연라인(250)을 경유하여 제 2 광도전성 스위치로 구성된 수신기(220)로 인가되어 측정 대상체(230)를 투과 및 반사(도시 안됨)한 테라헬즈 전자파를 측정한다. 따라서, 테라헬즈 송신기(210)와 수신기(220)의 사이에 배치된 측정 대상체(230)에 대한 전기적 특성들을 측정할 수 있다. 비록 테라헬즈 시스템은 전압(전류)이 아닌 전자파 측정이지만, 기본적으로 측정 대상체에 대한 원접장(Far-Field) 성분을 측정하는 용도로 사용되어 왔고, 비교적 큰 송-수신기로 인해 공간분해능이 낮고 방사된 테라헬즈 전자파를 집속하기 위한 주변 장치들로 인해 근접장 측정에 한계를 가지고 있다.

그런데, 바이어스되지 않은 상태로 자유 공간에 위치한 초고속 광도전성 스위치에 극초단 레이저 펄스를 입사하여 반송자들을 생성시켰을 때, 그 위치에 어떤 전장성분이 존재할 시 그 전장성분의 크기와 방향에 의해 생성된 반송자들이 움직이게 된다. 이 때, 반송자의 움직임은 초고속 광도전성 스위치의 방향과 평행한 전장성분에 의해서만 결정된다. 그러므로, 초고속 광도전성 스위치를 이용하여 광도전성 표본 방식으로 벡터량인 전장 성분들을 구별하여 측정할 수 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 극초단 광 펄스와 초고속 광도전성 스위치를 이용한 광도전성 표본 기술을 이용하여, 초고속 소자인 측정 대상체 내부의 전장 성분들을 직접 측정할 수 있는 근접전장 탐사기(Electric Near-Field Probe)를 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

본 발명의 다른 목적은 테라헬즈 시스템에서 테라헬즈 송신기와 수신기에 사용될 수 있는 극초단(Terahertz) 전자파 방사 및 측정용 탐사기를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 근접전장성분 측정용 탐사기의 제조 방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따르면, 측정 대상체인 전자소자나 전자회로 내부에서 전파하고 있는 전기신호에 대해, 광 지연라인을 경유하여 시간적으로 지연시킨 극초단 레이저 펄스에 의해 구동되어 상기 피코초 전기신호의 근접전장 성분들을 광도전성 표본원리를 이용하여 벡터적으로 검출하는 근접전장 탐사기는, 반도체 박막의 광도전체 및 상기 반도체 박막의 광도전체 상에 형성된 적어도 두개의 이격된 스위치 전극과 상기 스위치 전극들의 사이에 형성된 전극 갭을 갖는 광도전성 스위치를 구비하는 광도전성 스위치 조립체; 및 상기 광도전성 스위치 조립체가 광학용 접착제에 의해 그의 일측에 결합되는 광도파로를 포함하며,

상기 광도파로는 그의 외주 표면에 전도성 물질이 코팅되며, 상기 코팅된 전도성 물질은 상기 광도파로의 외주 표면에 대하여 길이 방향으로 부분적으로 코팅되어 적어도 두개의 평행한 스트라이프 전극을 형성하며, 상기 광도파로의 스트라이프 전극 및 그의 중심부는 상기 광도전성 스위치의 스위치 전극 및 전극 갭과 각기 정렬되어 전기적으로 결합된 것을 특징으로 한다.

본 발명의 다른 실시예에 따르면, 근접전장 탐사기의 제조 방법은, (a) 반도체 성장 기판위에 희생층을 적층하는 단계; (b) 상기 희생층 위에 박막의 광도전체의 에피층을 적층하는 단계; (c) 상기 에피층 상에서 포토레지스터를 이용하여 이격된 두개의 스위치 전극 패턴을 형성하는 단계; (d) 상기 각각의 스위치 전극 패턴 상에 소정 금속으로 된 금속 전극을 증착시켜 전극 갭이 두 스위치 전극 사이에 규정된 광도전성 스위치를 형성하는 단계; (e) 상기 광도전성 스위치를 제외한 불필요한 포토레지스터와 증착된 금속을 제거하는 단계; (f) 포토레지스터를 이용하여 상기 에피층을 선택적으로 식각하여 원하는 형태의 광도전성 스위치 조립체의 패턴을 형성하는 단계; (g) 화학적 식각 용액을 이용하여 상기 희생층을 식각하여 상기 광도전성 스위치 조립체를 상기 성장 기판으로부터 떼어내는 단계; (h) 준비된 광도파로의 일측에 광학용 접착제에 의해 상기 광도전성 스위치 조립체를 결합하여 상기 탐사기를 형성하는 단계를 포함하며,

상기 광도파로는 그의 외주 표면에 전도성 물질이 코팅되며, 상기 전도성 물질은 상기 광도파로의 외주 표면에 대하여 길이 방향으로 부분적으로 코팅되어 적어도 두개의 평행한 스트라이프 전극을 형성하며, 상기 광도파로의 스트라이프 전극 및 그의 중심부는 상기 광도전성 스위치의 스위치 전극 및 전극 갭과 각기 정렬된 것을 특징으로 한다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 다음과 같이 상세히 설명한다.

도 3은 본 발명의 제 1 실시예에 따른 측정 대상체의 접선전장성분 측정용 근접전장 탐사기의 구성을 도시한다.

본 발명의 접선전장성분 측정용 근접전장 탐사기는 광도전성 스위치 조립체(310)와 광도전성 스위치 조립체(310)의 일측에 결합된 광도파로(320)를 포함한다.

광도전성 스위치 조립체(310)는 박막의 초고속 광도전체(312)와 박막의 초고속 광도전체(312) 상에 형성된 적어도 두개의 이격된 스위치 전극(314 및 316) 및 이격 스위치 전극들(314 및 316)의 사이에 형성된 전극 갭(318)으로 구성된 광도전성 스위치(319)를 구비한다.

박막의 초고속 광도전체(312)는 피코초 또는 그 이하의 반송자 수명을 가지며, 사용된 레이저의 파장, 예컨대, 극초단 레이저 펄스의 파장을 흡수하는 물질로 구성된다. 예컨대, 박막의 초고속 광도전체(312)는 극초단 레이저 펄스가 840 nm 이하의 파장에서는 LT-GaAs 또는 SOS를 사용하고, 1.6 μ m 이하의 파장에서는 InGaAs를 사용한다. 광도전성 스위치(319)의 스위치 전극(314 및 316)은 각기 크롬(Chromium) 또는 금(Gold)과 같이 박막 분리에 사용되는 화학약품에 반응하지 않는 금속이 바람직하다. 그러나, 광도전성 스위치(319)의 스위치 전극(314 및 316)에는 임의의 금속을 사용하고, 왁스(Wax)와 같은 물질로 보호할 수도 있다.

한편, 광도파로(320)는 광섬유 또는 유전체 광도파로로 구성되며, 그의 외주 표면에는 길이 방향으로 전도성 물질이 부분적으로 코팅되어 두개의 평행한 스트라이프 전극(322 및 324)이 형성된다. 스트라이프 전극(322 및 324)을 구성하는 전도성 물질은 증착된 금속 또는 전도성 에폭시(Conductive Epoxy)를 포함한다. 광도파로(320)의 중심부, 즉 코어(326)에는 도시 안된 레이저, 예컨대, 모드 록된(mode-locked) 티타늄:사파이어 레이저 또는 모드 록된(mode-locked) 광섬유 펄스 레이저로부터 발생된 극초단 레이저 펄스(Probe Laser Pulse)가 입사된다.

광도파로(320)의 일측에는 광학용 접착제를 이용하여 광도전성 스위치 조립체(310)가 결합된다. 이때, 광도전성 스위치 조립체(310)는 광도전성 스위치(319)가 형성된 면 또는 그 반대면 중 어느 쪽으로도 광도파로(320)에 결합되는 것이 가능하다. 광도파로(320)와 광도전성 스위치 조립체(310)를 접착하는데 사용하는 광학용 접착제는 극초단 레이저 펄스가 투과될 수 있는 자외선 접착제를 사용한다. 광학용 접착제의 굴절 계수는 박막의 초고속 광도전체(312)의 굴절 계수보다 작고 광도파로(320)의 굴절 계수보다 큰 것이 바람직하다. 또한, 광도파로(320)의 굴절 계수는 박막의 광도전체(312)의 굴절 계수보다 작은 것이 바람직하다. 광도파로(320)와 광도전성 스위치 조립체(310)가 결합될 때, 광도파로(320)의 두개의 스트라이프 전극(322 및 324)은 광도전성 스위치(319)의 두 전극(314 및 316)과 정렬되며, 광도파로(320)의 코어(326)는 광도전성 스위치(319)의 전극 갭(318)과 정렬된다. 정렬된 광도파로(320)의 두개의 스트라이프 전극(322 및 324)과 광도전성 스위치(319)의 두 전극(314 및 316)은 각기 전도성 에폭시와 같은 전도성 접착제를 이용하여 전기적으로 연결된다.

본 발명에 있어서, 도 3에 도시된 광도파로(320)는 원형의 형태를 갖는 것으로 도시되어 있지만, 이와 달리 광도파로(320)는 구(矩)형 또는 필요에 따라 다른 임의의 형태를 갖는 광도파로로서 구성될 수도 있다.

도 3에 도시된 본 발명의 탐사기는 측정 대상체에 대하여 접선방향의 근접전장 성분들, 즉 횡방향 전장성분과 경방향 전장성분의 측정에 사용된다. 또한, 본 발명은 본 발명의 탐사기를 도 1의 전기 신호 검출기(120)에 대하여 비접촉으로 X, Y, 및 Z 방향으로 움직이는 천이단(Moving Stage) 또는 3차원 주사시스템과 결합하여 3차원 근접전장 지도제작(Mapping)에 사용할 수 있다. 그러나, 도 3에 도시된 본 발명에 따른 탐사기의 초고속 광도전성 스위치(319)에 직류 바이어스 전압을 가하고 레이저 펄스를 입사하면 테라헬즈 방사가 일어나게 된다. 그러므로, 도 3의 탐사기를 도 2를 참조하여 설명된 바와 같이 각기 테라헬즈 송신기와 테라헬즈 수신기의 용도로 두개를 사용하여 소위 테라헬즈 시스템을 구현함으로써 방사된 전자파 펄스를 이용한 각종 물질들의 특성을 측정하는데 사용할 수 있다. 또한, 본 발명의 탐사기를 도 2의 테라헬즈 수신기(220)에 대하여 비접촉으로 X 및 Y방향으로 움직이는 천이단 또는 2차원 주사시스템과 결합하여 측정 대상체를 이미지화 하는데에도 사용할 수 있다. 따라서, 도 3의 탐사기를 이용하는 경우에는 테라헬즈 시스템에서 측정 대상체의 테라헬즈 이미징 및 원접장 성분의 측정뿐만 아니라 근접전장성분의 측정을 통한 이미징도 가능하다.

도 4는 본 발명의 바람직한 제 2 실시예에 따른 전장 배열 탐사기의 구성을 도시한다.

도 4에 도시된 본 발명의 제 2 실시예에 따른 배열 탐사기는 도 3에 도시된 근접전장성분 측정용 탐사기를 N N (N은 2이상의 정수) 배열로 구성한 것이다. 도 4에 도시된 제 2 실시예에 따른 배열 탐사기에서, 각각의 탐사기(410)는 도 3에 도시된 제 1 실시예의 근접 전장 탐사기와 마찬가지로 광도전성 스위치(420)를 갖는 광도전성 스위치 조립체(430)와 광도전성 스위치 조립체(430)의 일측면에 광학적 접착제를 이용하여 접착된 광도파로(440)를 포함한다. 따라서, 각각의 광도전성 스위치 조립체(430)와 광도파로(440)의 상세한 구성에 관한 설명은 생략하기로 한다.

이때, 도4와 같이 각각의 탐사기(410)는 각기 인접한 탐사기의 광도전성 스위치(420)와 직교하는 방향으로 배열되면 X방향의 근접전장성분과 Y방향의 근접전장성분을 구별하여 동시에 측정하는 2차원 접선전장성분 측정기로서 사용될 수 있다.

또한, 도 4에 도시된 본 발명의 배열 탐사기는 각각의 초고속 광도전성 스위치(420)에 직류전압을 가하고 레이저 펄스를 입사시킴으로서 테라헬쯔 방사를 유도할 수 있고, 배열 내의 하나의 탐사기(일반적으로 가운데 위치한 것)에만 직류전압을 인가하여 테라헬쯔 방사를 일으키고 나머지는 반사된 테라헬쯔 전자파를 측정하는데 사용할 수 있다. 그러므로, 두개의 배열 탐사기를 사용한 테라헬쯔 시스템을 구현하면 측정 대상체로부터 반사된 테라헬쯔 전자파 및 측정 대상체를 투과한 테라헬쯔 전자파를 동시에 측정할 수 있으며, 효율적으로 이미지를 얻을 수 있다.

도 5는 본 발명의 바람직한 제 3 실시예에 따른 근접전장 탐사기의 구성을 도시한다.

도 5에 도시된 본 발명의 근접전장성분 측정용 탐사기는 도 3에 도시된 근접전장 탐사기와 마찬가지로 초고속 광도전체(512) 및 광도전성 스위치(519)로 구성된 광도전성 스위치 조립체(510)와 광도전성 스위치 조립체(510)의 일측면과 광학적 접촉체를 이용하여 접촉된 광도파로(520)를 포함한다. 그러나, 도 3의 근접전장 탐사기는 도 1에 도시된 근접전장 탐사기와 달리 광도파로(520)의 일측 단면이 기설정 각도, 예컨대, 45 각도로 각여진 경사단면을 가지고 있으며, 이 경사단면에 광도전성 스위치 조립체(510)가 광학용 접촉체에 의해 접촉되어 있다.

따라서, 광도파로(520)의 경사면은 원형의 광섬유를 광도파로(520)로 사용할 경우 타원형이며 그 경사면에 접촉되는 광도전성 스위치 조립체(510) 역시 타원형의 형상을 가지고 있다. 광학용 접촉체에 의해 접촉될 때, 광도파로(520)의 코어(526)와 광도전성 스위치(519)의 전극 겹(518)이 정렬되게 하고, 광도파로(520)의 두개의 스트라이프 전극(522 및 524)은 광도전성 스위치(519)의 두 스위치 전극(514 및 516)과 전기적으로 연결되도록 정렬된다.

제 3 실시예에 따른 근접전장 탐사기는 2차원의 접선전장 성분들뿐만 아니라 법선(Normal)전장성분을 포함하는 3차원 벡터량을 모두 구별하여 측정할 수 있다는 장점을 갖는다. 이때, 탐사기는 근접전장 측정을 위하여 측정 대상체와 45 각도로 경사지게 위치하여야 한다.

도 6은 본 발명의 바람직한 제 4 실시예에 따른 근접전장 탐사기의 구성을 도시한다.

본 발명의 제 4 실시예에 따른 근접전장 탐사기는 도 3에 도시된 근접전장 탐사기와 마찬가지로 광도전성 스위치 조립체(610)와 광학용 접촉체를 이용하여 광도전성 스위치 조립체(610)의 일측면에 결합된 광도파로(620)를 포함한다. 그러나, 도 6의 근접전장 탐사기는 도 3에 도시된 근접전장 탐사기와 달리 광도파로(620)의 일측이 소정 각도 이내의 경사각(Tapering Angle)으로 좁아지게 테이퍼진 베벨 에지(Bevel-edge)(630)로 구성되며, 그 베벨 에지(630)의 선단이 도 5의 실시예에 따른 근접전장 탐사기와 마찬가지로 기설정 각도로 각여진 경사면을 가지고 있다. 이 때, 광도파로(620) 베벨 에지(630)의 선단의 경사면의 각도는 3차원 직교전장성분을 측정할 수 있도록 45° 각도로 경사져 있으며, 베벨 에지(630)의 테이퍼 경사각은 45° 이내의 각도이어야 한다. 따라서, 광도파로(620)의 경사면은 원형의 광섬유를 광도파로(620)로 이용할 경우 타원형이며 이 경사면에 접촉되는 광도전성 스위치 조립체(610) 역시 타원형의 형상을 가지고 있으며, 그 크기는 초소형으로 구성된다.

본 발명의 제 4 실시예에 따른 근접전장 탐사기는 광도파로(620)를 베벨 에지(630)의 형태로 깎고 그 끝을 경사지게 갈아낸 다음, 초소형의 초고속 광도전성 스위치 조립체(610)를 부착시킨 구성을 갖기 때문에, 측정 대상체와 극히 가까운 수 μm 이내의 서로 독립된 X, Y, 및 Z축 방향의 근접전장 성분들을 구별하여 측정할 수 있음으로써 측정 대상체의 3차원 벡터량을 모두 측정할 수 있다. 이때, 측정을 위하여 탐사기는 측정 대상체와 45° 각도로 경사지게 위치하여야 한다.

도 7은 도 3 내지 도 6에 예시된 본 발명의 바람직한 실시예들의 근접전장성분 측정용 탐사기의 제조공정을 830nm 근처의 레이저 파장에서 동작하는 근접전장탐사기인 LT-GaAs 에피층을 활성 광도전체 박막으로 사용하는 경우에 대한 도식이다.

먼저, 도 7a에서와 같이, 반도체 웨이퍼의 성장 기판(710), 예컨대, SI-GaAs(Semiinsulating GaAs) 성장기판을 준비하고, 그 성장기판(710) 위에 희생층(712)을 적층한다. 이때, 성장기판(710) 위에 적층되는 희생층(712)은 선택적 식각 특성을 갖는 AlAs와 같은 물질이고, 그 두께는 수십 나노미터 이상이면 충분하다.

그 다음 단계에서, 도 7b에서와 같이 희생층(712) 위에 100 nm ~ 2 μm 두께의 광도전성 에피층(714)을 성장하여 박막의 초고속 광도전체를 형성한다. 이 단계에서 사용되는 박막의 초고속 광도전체의 광도전성 에피층(714)은 희생층(712)으로서 AlAs가 사용되는 경우에는 GaAs 물질을, 희생층(712)으로서 InP 이 사용되는 경우에는 InGaAs 물질을 성장함으로써 형성된다. 이러한 희생층(712)은 다음에 설명되는 바와 같이 에피층 분리기술을 적용하여 광도전성 에피층(714)을 성장기판(710)으로부터 분리하는데 사용된다.

그 다음, 도 7c 및 도 7d에서와 같이, 광도전성 에피층(714)을 세척한 후, 세척된 광도전성 에피층(714) 위에 포토레지스터(716)를 도포하고, 도포된 포토레지스터(716)를 현상제(Developer), 예컨대, AZ5214를 이용한 반전영상 사진식각법(Image Reversal Photolithography)으로 식각하여 적어도 두개의 스위치 전극 패턴(718 및 720)을 형성한다. 이때, 두 스위치 전극 패턴(718 및 720)의 사이에는 식각되지 않은 포토레지스터(716)에 의해 전극 갭 패턴이 규정된다.

이후, 도 7e에 도시된 바와 같이, 스위치 전극 패턴(718 및 720) 상에 증착(Evaporation) 또는 스퍼터링(Sputtering)에 의해 금속을 증착하여 스위치 전극(722)을 형성하고, 스위치 전극 패턴(718 및 720)을 제외한 부분에 증착된 금속을 포토레지스터(716)와 함께 아세톤 리프트 오프(Lift-Off)를 이용하여 제거함으로써, 도 7f에 도시된 바와 같이 스위치 전극(722) 사이에 전극 갭(724)이 형성된 광도전성 스위치(726)를 형성한다.

후속하여, 도 7g에 도시된 바와 같이, 광도전성 스위치(726)가 형성된 층 위에 포토레지스터(728)를 도포하고, 도 7h에 도시된 바와 같이, 도포된 포토레지스터(728)를 이용하여 원하는 형태의 광도전성 스위치 조립체(730)의 패턴만을 남기고, 나머지 광도전성 에피층(714)을 식각한다. 이 때, 광도전성 에피층(714)을 식각하는 방법은 플라즈마에 의한 건식 방식(Dry Etching) 또는 LT-GaAs의 경우 회석된 수산화암모늄과 과산화수소의 혼합 용액을 이용한 화학적 식각 방식을 이용한다. 화학적 식각 방식을 이용하는 경우, 성장 기판(710)보다 낮은 굴절 계수를 갖는 희생층(714)에 의해 반사되는 무지개 빛으로 광도전성 에피층(714)의 식각여부를 확인할 수 있다.

이 과정에서, 광도전성 스위치 조립체(730)는 도 3 내지 도 6의 실시예들에 사용된 근접전장 탐사기의 형태에 따라 각기 다른 패턴을 갖게 될 것이다. 즉, 광도전성 스위치 조립체(730)가 원형의 광섬유를 광도파로로 사용하는 경우, 도 3 및 도 4의 근접전장 탐사기에 사용되는 경우에는 원형의 패턴으로 형성되고, 도 5 및 도 6의 근접전장 탐사기에 사용되는 경우에는 타원형의 패턴으로 형성될 것이다.

그 다음, 도 7i에 도시된 바와 같이, 화학적 식각 용액을 이용하여 선택적 식각 특성을 갖는 희생층(712)을 식각하여 광도전성 스위치 조립체(730)를 성장기판(710)으로부터 떼어낸다. 이때, 사용하는 화학적 식각 용액은 희생층(712)에 사용된 물질에 따라 달리 적용한다. 예를 들면, 희생층(712)이 AlAs 물질의 경우에는 화학적 식각 용액으로서 회석된 플루오르산(HF) 용액을 사용하고, 희생층(712)이 InP 물질의 경우에는 화학적 식각 용액으로서 회석된 염산(HCl) 용액을 사용한다. 이렇게 성장기판으로부터 분리된 광도전성 스위치 조립체(730)는 이소프로필 알콜(Isopropyl Alcohol : IPA)에서 반영구적으로 보존될 수 있다.

이후, 도 7j에 도시된 바와 같이, 전도성 물질을 평행한 두 도전선으로 코팅하여 형성한 스트라이프 전극(742 및 744)을 구비하는 도 3 내지 도 6에 도시된 바와 같은 광도파로(740)에 광도전성 스위치 조립체(730)를 결합시켜 각기 도 3 내지 도 6에 도시된 바와 같은 근접전장 탐사기를 형성한다. 이와 관련하여, 광도전성 스위치 조립체(730)가 도 3 또는 도 4에 도시된 광도파로(320 또는 420)에 결합되는 경우에는 근접전장 탐사기 또는 배열 탐사기로 구현되고, 도 5에 도시된 광도파로(520)에 결합되는 경우에는 3차원 근접전장 탐사기로 구현되고, 도 6에 도시된 광도파로(620)에 결합되는 경우에는 초소형 3차원 근접전장 탐사기로 구현될 것이다.

마지막 단계로서, 도 7k에 도시된 바와 같이, 전도성 에폭시와 같은 전도성 접착제(750)를 이용하여 광도전성 스위치 조립체(730)의 두 스위치 전극(722)과 광도파로(740) 상에 코팅된 두 스트라이프 전극(742 및 744)을 서로 전기적으로 연결하여, 근접전장 탐사기를 구성한다.

도 8a 및 도 8b는 본 발명에 따라서 구성된 근접전장 탐사기, 특히 도 5의 근접전장 탐사기를 이용하여 펌프-프로브 측정법으로 각각 측정 대상체 상에서 펌프 레이저 펄스 빔을 입사하여 생성 및 전파되는 전기신호에 대한 횡전장 성분(X축 방향 전장성분)과 법선전장성분(Y축 방향 전장성분)을 측정하는 예를 각각 도시한다.

도 8a를 참조하면, 초고속 광도전체(810) 상에서는 동일면 도파로(Coplanar Waveguide)에 병합된 광도전성 스위치(820)가 형성되어 있으며, 본 발명의 탐사기(830)를 이용하여 동일면 도파로 상에 도파되고 있는 피코초 전기펄스에 의한 횡전장성분(X축 전장 성분)을 측정한다. 광도전성 스위치(820)에 직류(DC) 바이어스 전압을 인가한 상태에서 광도전성 스위치(820)에 극초단 펌프 레이저 펄스를 입사시키면 피코초 이하의 전기 펄스 신호가 생성된다. 또한, 광지연 라인(850)을 경유하여 지연된 탐사기 레이저 펄스가 광도파로를 통하여 근접전장 탐사기(830) 선단의 광도전성 스위치(840)에 입사함으로써 탐사기(830)의 광도전성 스위치(840)에서 생성된 반송자들이 측정위치에서의 횡전장 성분에 의해 움직임으로써 동일면 도파로 근접영역의 측정위치에서의 횡전장 성분을 측정하게 된다.

경전장 성분(Z축 전장 성분)은 도 8a의 횡전장 성분 측정방법(탐사기의 광도전성 스위치(840)가 측정 대상체의 측정 표면과 평행한 상태로 X축 방향으로 위치)에서 탐사기를 시계방향으로 90회전(탐사기의 광도전성 스위치(840)가 측정 대상체의 측정표면과 평행한 상태로 Z축 방향으로 위치)시켜서 측정한다. 반면, 도 8b는 법선전장 성분을 측정하는 상태를 도시한 것으로 탐사기의 광도전성 스위치(840)가 측정 대상체의 측정표면과 수직인 방향으로 위치한다.

본 발명의 근접전장 탐사기들은 전자적으로 제어된 2차원 또는 3차원 주사 시스템과 함께 사용하여 측정 대상체의 관심영역을 주사(Scanning)함으로써 각각의 관심 영역의 위치에서 전파되는 전기신호에 의한 근접전장 성분들을 구별 측정하여 실제로 측정 대상체로부터 전파하는 전기 펄스에 의한 3차원 전장 성분들의 지도제 작(Mapping)이 가능하다.

본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 않고, 본 발명의 기술적 요지를 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 수정 및 변경 실시할 수 있음은 이 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구나 이해할 수 있을 것이다.

발명의 효과

전술한 본 발명에 따라서 구성된 근접전장 탐사기에 따르면, 초고속 광도전성 스위치를 이용하여 피코초 이하의 시간 분해능을 구현할 수 있고, 최신 반도체 공정기술을 이용하여 광도전성 스위치의 스위치 간격을 미크론 이하로 구현하고 사용된 레이저 파장에 따른 단일모드 광도파로를 이용하여 미크론 이하의 공간 분해능을 구현할 수 있다.

또한, 오직 레이저빔에 의해 생성되어 서브-피코초의 수명을 갖는 반송자들의 움직임에 의해 측정 대상소자를 측정할 수 있으므로, 잡음원의 영향이 낮아 아주 높은 측정 감도를 성취할 수 있다.

또한, 레이저빔에 의해 생성된 반송자들이 서브-피코초 이하에서 모두 사라지며, 100 nm ~ 2 um 정도의 두께를 갖는 초고속 광도전체 에피층을 박막 분리(Epitaxial Lift-Off) 기술을 적용하여 분리 및 이식하여 이용하므로 최소화된 부하효과>Loading Effect)를 구현할 수 있다는 장점이 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

측정 대상체인 전자소자나 전자회로 내부에서 전파하고 있는 전기신호에 대해, 광 지연라인을 경유하여 시간적으로 지연시킨 극초단 레이저 펄스에 의해 구동되어 상기 피코초 전기신호의 근접전장 성분들을 광도전성 표본원리를 이용하여 벡터적으로 검출하는 근접전장 탐사기에 있어서,

반도체 박막의 광도전체 및 상기 반도체 박막의 광도전체 상에 형성된 적어도 두개의 이격된 스위치 전극과 상기 스위치 전극들의 사이에 형성된 전극 갭을 갖는 광도전성 스위치를 구비하는 광도전성 스위치 조립체; 및

상기 광도전성 스위치 조립체가 광학용 접착제에 의해 그의 일측에 결합되는 광도파로를 포함하며,

상기 광도파로는 그의 외주 표면에 전도성 물질이 코팅되며, 상기 코팅된 전도성 물질은 상기 광도파로의 외주 표면에 대하여 길이 방향으로 부분적으로 코팅되어 적어도 두개의 평행한 스트라이프 전극을 형성하며, 상기 광도파로의 스트라이프 전극 및 그의 중심부는 상기 광도전성 스위치의 스위치 전극 및 전극 갭과 각기 정렬되어 전기적으로 결합된 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 2.

측정 대상체인 전자소자나 전자회로 내부에서 전파하고 있는 전기신호에 대해, 광 지연라인을 경유하여 시간적으로 지연시킨 극초단 레이저 펄스에 의해 구동되어 상기 피코초 전기신호의 근접전장 성분들을 광도전성 표본원리를 이용하여 벡터적으로 검출하는 근접전장 탐사기에 있어서,

상기 근접전장 탐사기는 $N \times N$ (N 은 2이상의 정수) 배열의 근접전장 탐사기를 포함하며,

상기 각각의 근접전장 탐사기는,

반도체 박막의 광도전체 및 상기 반도체 박막의 광도전체 상에 형성된 적어도 두개의 이격된 스위치 전극과 상기 스위치 전극들의 사이에 형성된 전극 갭을 갖는 광도전성 스위치를 구비하는 광도전성 스위치 조립체; 및

상기 광도전성 스위치 조립체가 광학용 접착제에 의해 그의 일측에 결합되는 광도파로를 포함하며,

상기 광도파로는 그의 외주 표면에 전도성 물질이 코팅되며, 상기 코팅된 전도성 물질은 상기 광도파로의 외주 표면에 대하여 길이 방향으로 부분적으로 코팅되어 적어도 두개의 평행한 스트라이프 전극을 형성하며, 상기 광도파로의 스트라이프 전극 및 그의 중심부는 상기 광도전성 스위치의 스위치 전극 및 전극 갭과 각기 정렬되어 전기적으로 결합된 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 각각의 탐사기는 각기 인접한 탐사기의 광도전성 스위치와 직교하는 방향으로 배열되어 있으며, 각기 서로 직교된 두가지 전장성분을 분리하여 동시에 측정하는 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 4.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 광도파로의 일측은 원형의 단면, 구형의 단면 또는 기설정 각도로 깎여진 경사 단면 중 어느 하나의 형상으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 5.

제 4 항에 있어서,

상기 기설정 각도는 45° 인 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 광도파로의 일측은 소정 각도 이내의 경사각(Tapering Angle)으로 좁아지게 테이퍼진 베벨 에지(Bevel-edge)로 구성된 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 베벨 에지의 선단은 기설정 각도로 깎여진 경사단면을 갖는 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 8.

제 6 항에 있어서,

상기 경사각은 45° 이내인 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 9.

제 7 항에 있어서,

상기 기설정 각도는 45° 인 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 10.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 광도전성 스위치 조립체는 상기 광도전성 스위치가 형성된 면 또는 그 반대면 중의 어느 한면이 상기 광도파로의 일측에 결합되는 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 11.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 박막의 광도전체는 피코초 또는 그 이상의 반송자 수명을 가지고, 상기 극초단 레이저 펄스의 파장을 흡수하는 물질인 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 12.

제 11 항에 있어서,

상기 극초단 레이저 펄스의 파장은 840 nm 이하이고, 상기 840 nm 이하의 극초단 레이저 펄스의 파장을 흡수하는 물질은 LT-GaAs 또는 SOS인 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 13.

제 11 항에 있어서,

상기 극초단 레이저 펄스의 파장은 1.6 μm 이하이고, 상기 1.6 μm 이하의 극 초단 레이저 펄스의 파장을 흡수하는 물질은 InGaAs인 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 14.

제 12 항에 있어서,

상기 레이저는 모드 록된 티타늄/사파이어(Mode-Locked Ti:Sapphier) 레이저 또는 모드 록된(mode-locked) 광섬유 펄스 레이저를 포함하는 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 15.

제 13 항에 있어서,

상기 레이저는 모드 록된(Mode-locked) 광섬유 펄스 레이저를 포함하는 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 16.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 광도파로는 상기 중심부에 코어를 갖는 광섬유 또는 유전체 광도파로를 포함하는 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 17.

제 16 항에 있어서,

상기 광도파로의 굴절 계수는 상기 반도체 박막의 광도전체의 굴절 계수보다 작은 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 18.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 광도파로에 코팅되는 상기 전도성 물질은 증착된 금속 또는 전도성 에폭시(Conductive Epoxy)를 포함하는 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 19.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 광학용 접착제는 상기 극초단 레이저 펄스가 투과되는 자외선 접착제이며, 상기 광학용 접착제의 굴절 계수는 상기 박막의 광도전체의 굴절 계수보다 작고 상기 광도파로의 굴절 계수보다 큰 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 20.

제 1 항, 제 2 항, 제 3 항 또는 제 5 항에 있어서,

상기 근접전장 탐사기는 주사 시스템과 결합하여 2차원 및 3차원 근접전장분포 지도제작이 가능한 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 21.

제 1 항, 제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 근접전장 탐사기는 상기 광도파로의 외주 표면에 코팅된 두개의 평행한 스트라이프 전극에 직류 전압을 인가하고 상기 극초단 레이저 펄스를 입사하여 테라헬즈 전자파를 방사시키는 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 22.

제 21 항에 있어서,

상기 근접전장 탐사기는 상기 방사된 테라헬즈 전자파를 측정 및 이미징하는 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기

청구항 23.

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 $N \times N$ 배열의 근접전장 탐사기 내에서 가운데 부분에 위치한 하나의 탐사기에만 직류전압을 가해서 극초단 전자파를 방사시키고, 나머지 탐사기들은 측정 대상체로부터 방사된 극초단 전자파를 측정하는 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 24.

제 23 항에 있어서,

상기 $N \times N$ 배열의 근접전장 탐사기는 한 쌍으로 구성하여 극초단 전자파를 측정 대상체로 방사시키고, 상기 측정 대상체로부터 반사 혹은 측정 대상체를 투과한 극초단 전자파를 측정하여 테라헬츠 이미징(Terahertz Imaging)하는데 사용되는 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 25.

제 22 항에 있어서,

상기 각각의 근접전장 탐사기는 상기 방사된 테라헬츠 전자파의 원접장 성분 또는 근접전장 성분을 측정하는 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 26.

제 24항에 있어서,

상기 각각의 근접전장 탐사기는 상기 방사된 테라헬츠 전자파의 원접장 성분 또는 근접전장 성분을 측정하는 것을 특징으로 하는 근접전장 탐사기.

청구항 27.

근접전장 탐사기의 제조 방법에 있어서,

- (a) 반도체 성장 기판위에 희생층을 적층하는 단계;
- (b) 상기 희생층 위에 박막의 광도전체의 에피층을 적층하는 단계;
- (c) 상기 에피층 상에서 포토레지스터를 이용하여 이격된 두개의 스위치 전극 패턴을 형성하는 단계;
- (d) 상기 각각의 스위치 전극 패턴 상에 소정 금속으로 된 금속 전극을 증착시켜 전극 갭이 두 스위치 전극 사이에 규정된 광도전성 스위치를 형성하는 단계;
- (e) 상기 광도전성 스위치를 제외한 불필요한 포토레지스터와 증착된 금속을 제거하는 단계;
- (f) 포토레지스터를 이용하여 상기 에피층을 선택적으로 식각하여 원하는 형태의 광도전성 스위치 조립체의 패턴을 형성하는 단계;
- (g) 화학적 식각 용액을 이용하여 상기 희생층을 식각하여 상기 광도전성 스위치 조립체를 상기 성장 기판으로부터 떼어내는 단계;
- (h) 준비된 광도파로의 일측에 광학용 접착제에 의해 상기 광도전성 스위치 조립체를 결합하여 상기 탐사기를 형성하는 단계를 포함하며,

상기 광도파로는 그의 외주 표면에 전도성 물질이 코팅되며, 상기 전도성 물질은 상기 광도파로의 외주 표면에 대하여 길이 방향으로 부분적으로 코팅되어 적어도 두개의 평행한 스트라이프 전극을 형성하며, 상기 광도파로의 스트라이프 전극 및 그의 중심부는 상기 광도전성 스위치의 스위치 전극 및 전극 갭과 각기 정렬된 것을 특징으로 하는 탐사기 제조 방법.

청구항 28.

제 27 항에 있어서,

상기 광도파로의 일측은 원형의 단면, 구형의 단면 또는 기설정 각도로 깎여진 경사 단면 중 어느 하나의 형상으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 탐사기 제조 방법.

청구항 29.

제 27 항에 있어서,

상기 기설정 각도는 45° 인 것을 특징으로 하는 탐사기 제조 방법.

청구항 30.

제 27 항에 있어서,

상기 광도파로의 일측은 소정 각도 이내의 경사각(Tapering Angle)으로 좁아지게 테이퍼진 베벨 에지(Bevel-edge)로 구성되고, 상기 베벨 에지의 선단은 기설정 각도로 깎여진 경사단면을 가지며, 상기 광도전성 스위치 조립체의 패턴은 경사단면의 모양인 것을 특징으로 하는 탐사기 제조 방법.

청구항 31.

제 30 항에 있어서,

상기 경사각은 45° 이내이고, 상기 경사단면의 기설정 각도는 45° 인 것을 특징으로 하는 탐사기 제조 방법.

청구항 32.

제 27 항에 있어서,

상기 박막의 광도전체 에피층은 100 nm 내지 2 μm 의 두께를 갖고, 840nm 이하의 레이저 파장에 대해서는 LT-GaAs 층이고, 1.6 μm 이하의 레이저 파장에 대해서는 InGaAs인 것을 특징으로 하는 탐사기 제조 방법.

청구항 33.

제 27 항에 있어서,

상기 희생층은 수십 나노미터 이상이고, 상기 LT-GaAs층에 대해서는 AlAs 층이고, 상기 InGaAs층에 대해서는 InP 인 것을 특징으로 하는 탐사기 제조 방법.

청구항 34.

제 27 항에 있어서,

상기 금속은 상기 화학 식각에 반응하지 않는 크롬 또는 금인 것을 특징으로 하는 탐사기 제조 방법.

청구항 35.

제 27 항에 있어서,

상기 방법은,

(i) 전도성 접착제를 이용하여 상기 정렬된 광도전성 스위치와 상기 스트라이프 전극을 전기적으로 연결하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 탐사기 제조 방법.

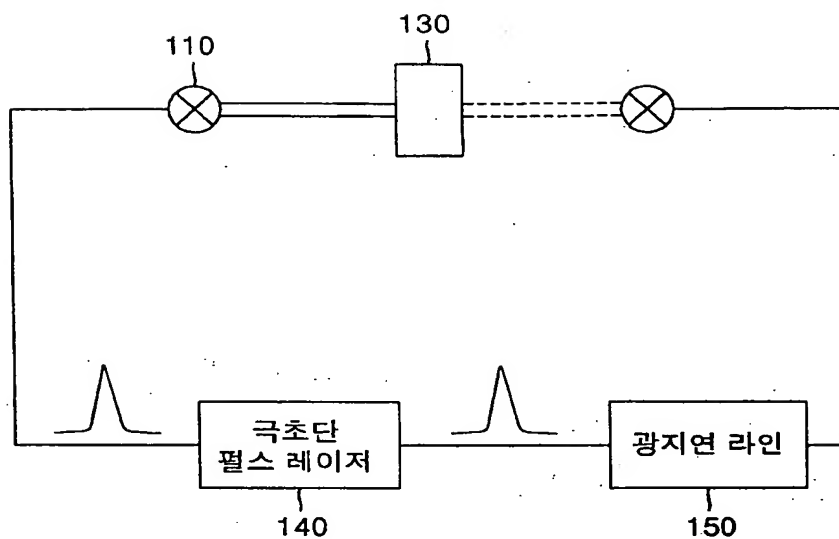
청구항 36.

제 35 항에 있어서,

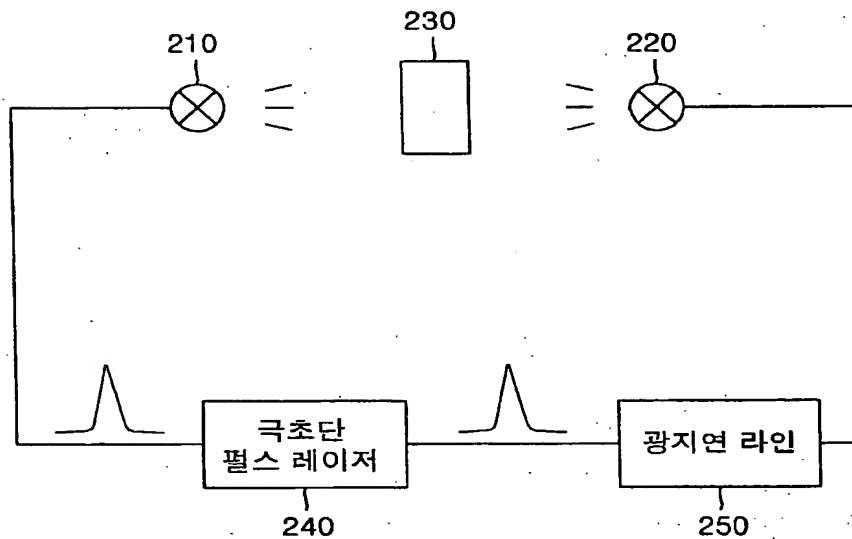
상기 전도성 접착제는 전도성 에폭시 수지인 것을 특징으로 하는 탐사기 제조 방법.

도면

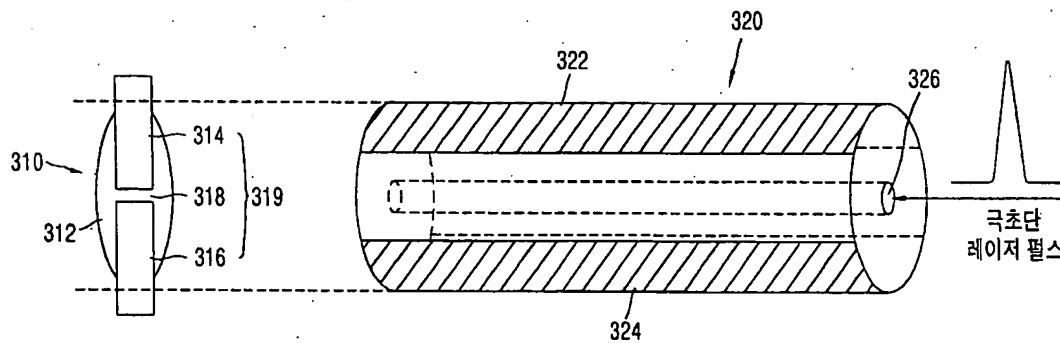
도면1



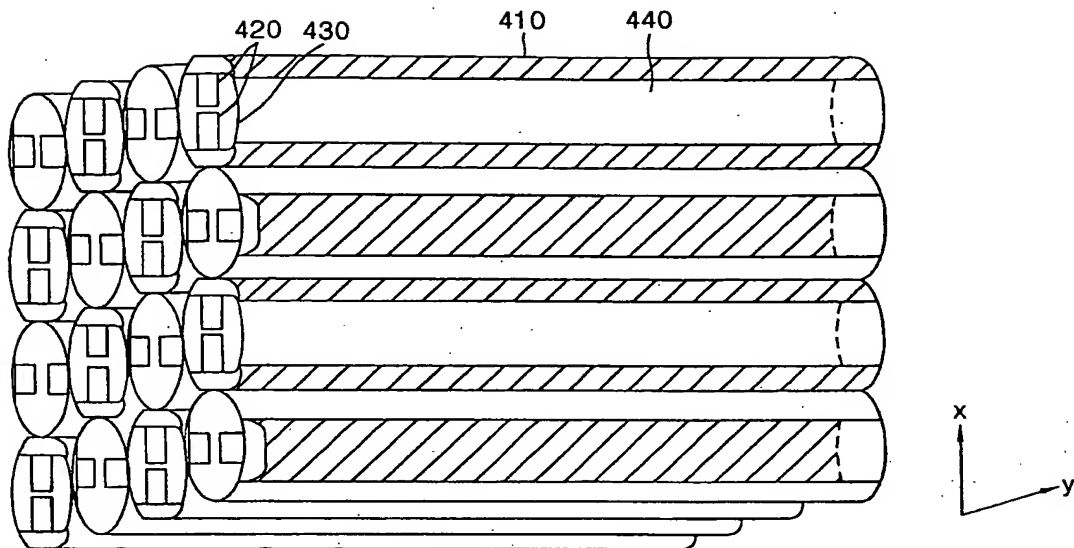
도면2



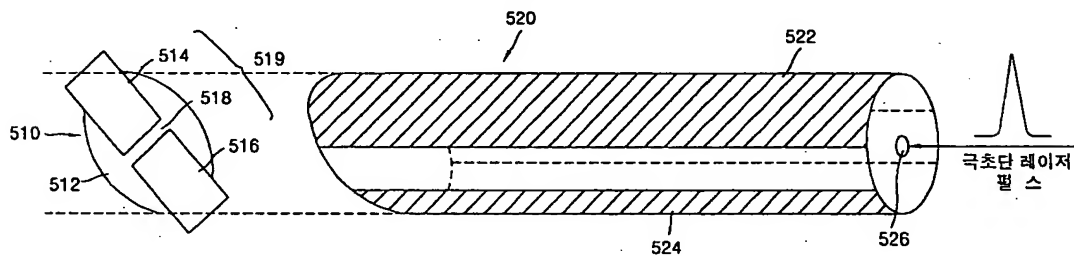
도면3



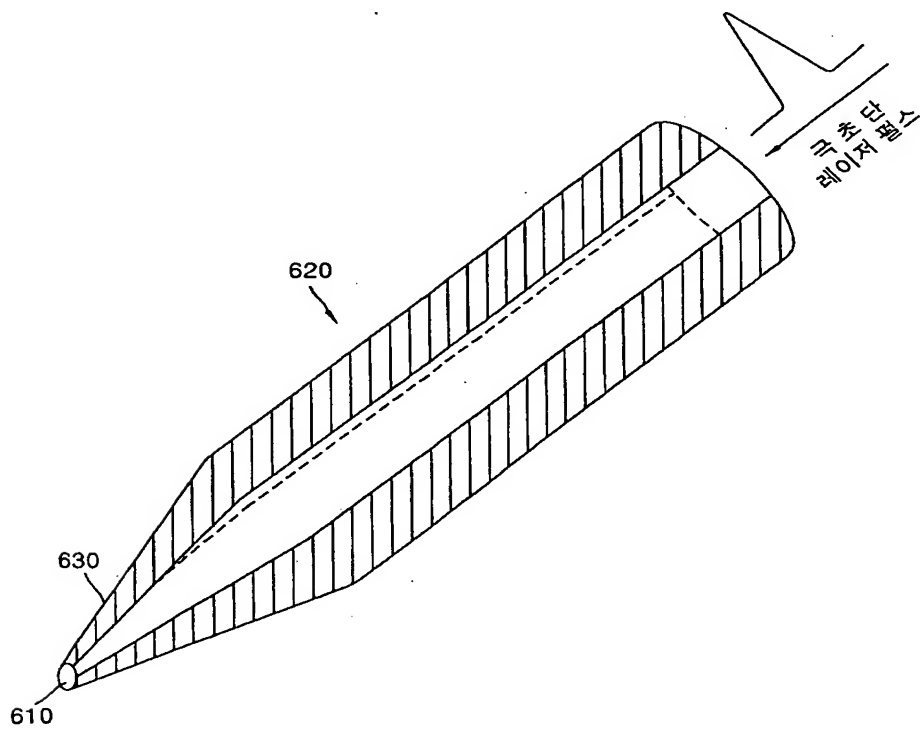
도면4



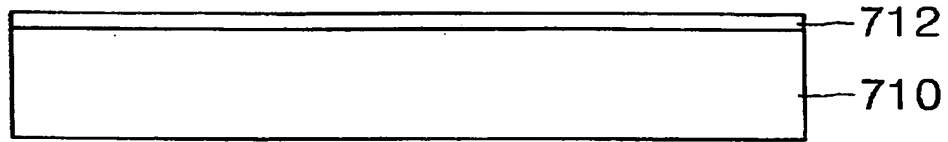
도면5



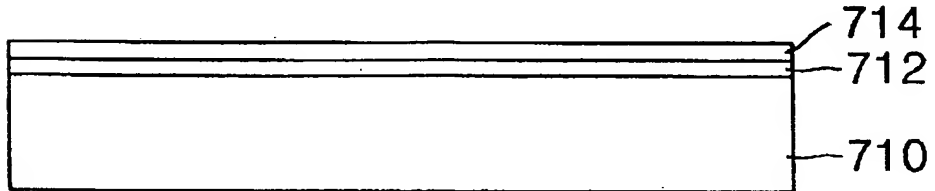
도면6



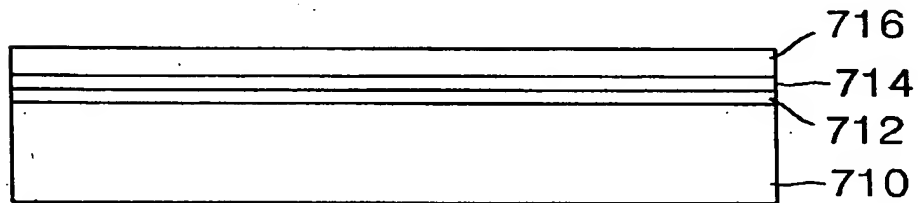
도면7a



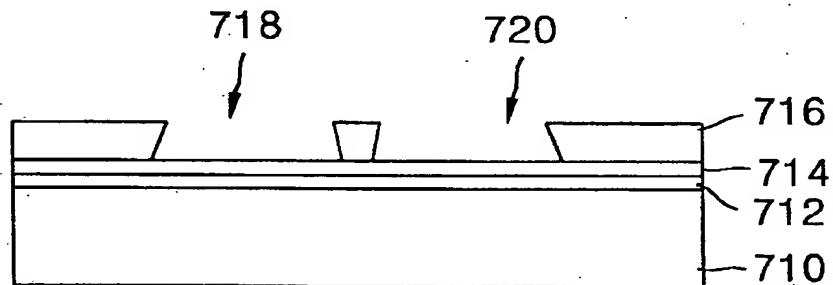
도면7b



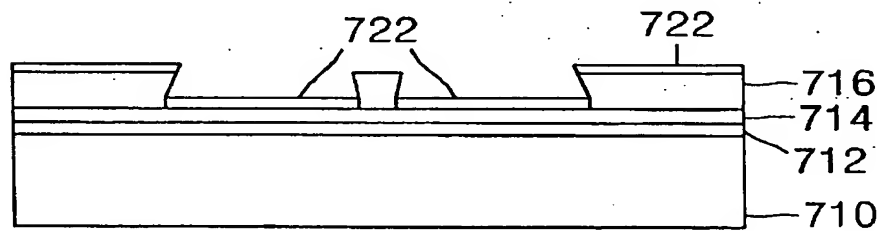
도면7c



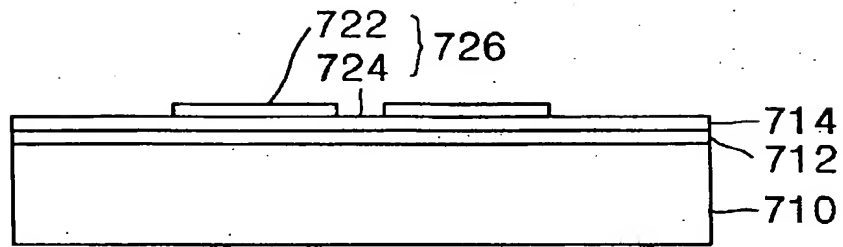
도면7d



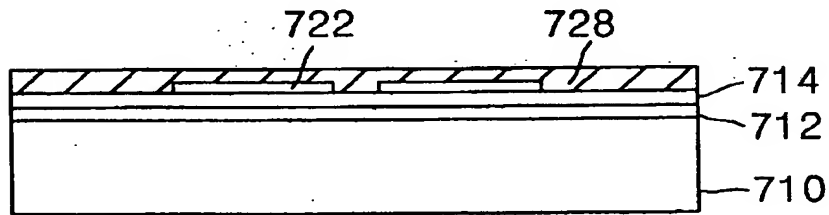
도면7e



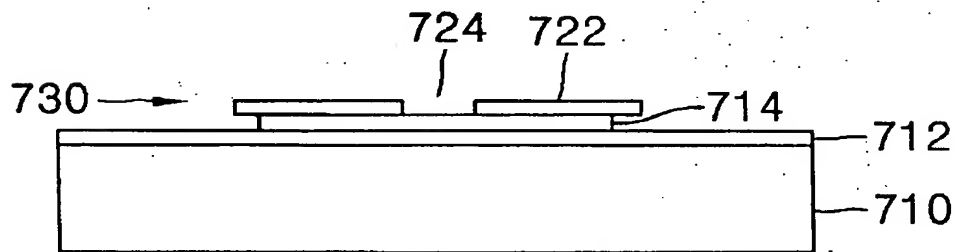
도면7f



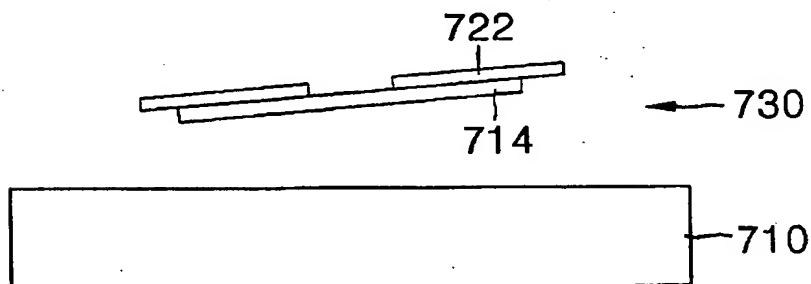
도면7g



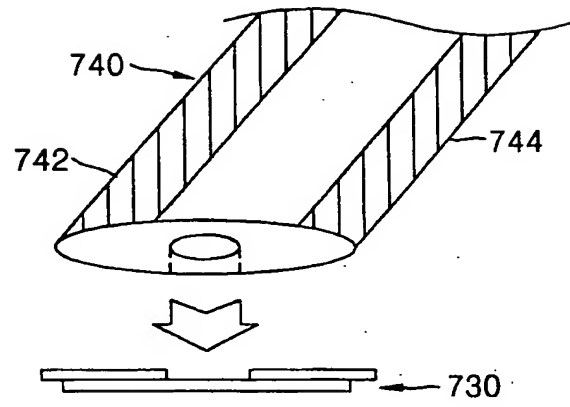
도면7h



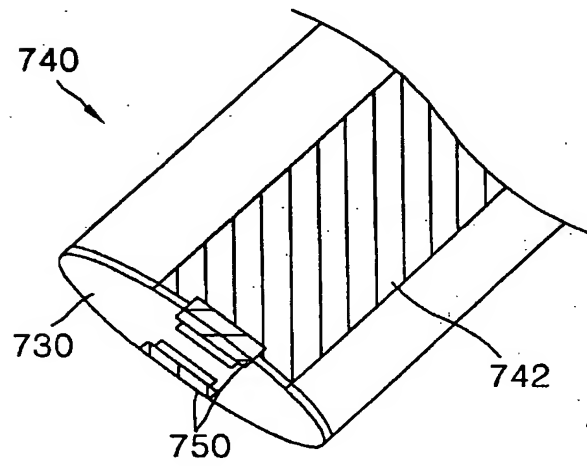
도면7i



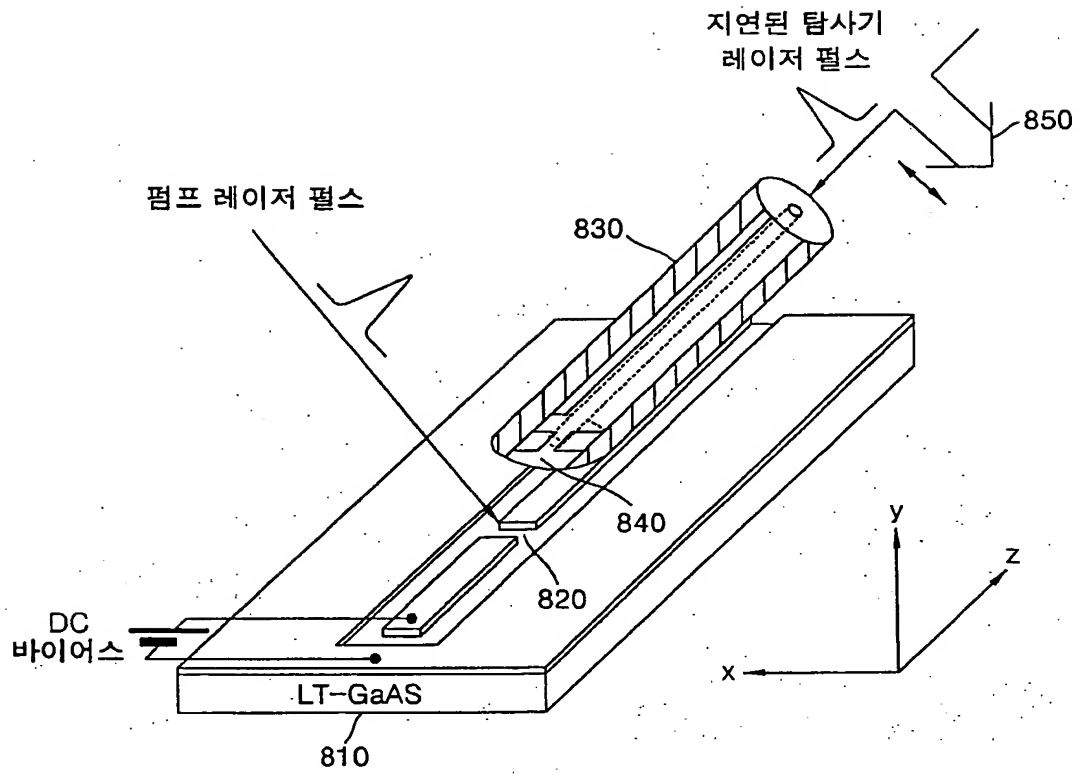
도면 7j



도면 7k



도면 8a



도면 8b

